

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-081377

(43)Date of publication of application : 02.04.1993

(51)Int.Cl. G06F 15/60

(21)Application number : 03-245497

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.09.1991

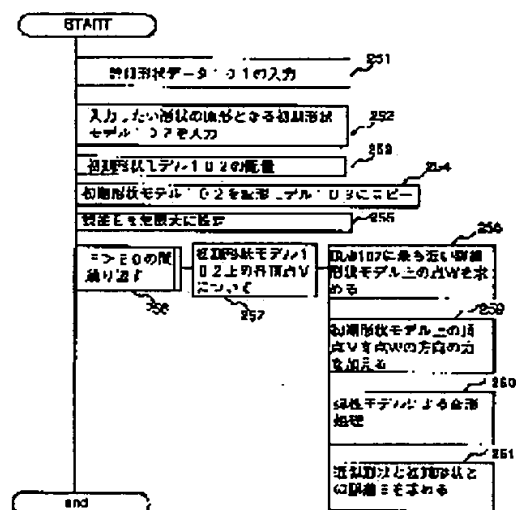
(72)Inventor : KURIHARA TSUNEYA

(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE MODELING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To more simply generate a three-dimensional shape model from an especially detailed shape model, with regard to modeling of a three-dimensional shape.

CONSTITUTION: An initial shape model 102 consisting of a three-dimensional parametric curved surface, a polyhedron, etc., whose shape is similar to a detailed shape model 101 is inputted, deformed successively so that a deviation to the detailed shape model 101 becomes minimum and an approximate shape model 103 is generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-81377

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 6 F 15/80

識別記号

4 0 0 D 7922-5L

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-245497

(22)出願日 平成3年(1991)9月25日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 栗原 恒祐

東京都国分寺市東恋ヶ庄1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

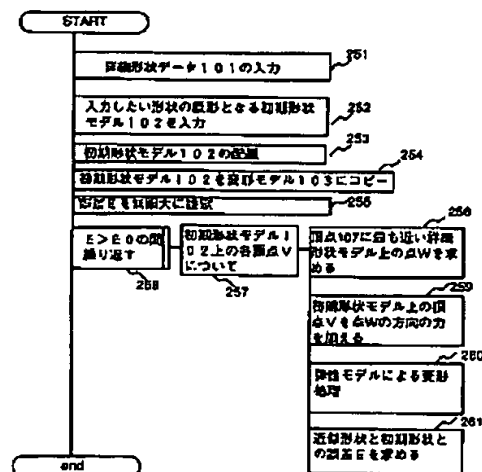
(54)【発明の名称】 三次元形状モデル化方法

(57)【要約】 (修正有)

(図1)

【目的】三次元形状のモデル化に関し、特に詳細な形状モデルから、より簡単な三次元形状モデルを生成する。

【構成】詳細形状モデル101と形状が類似している三次元のパラメトリック曲面・多面体等からなる初期形状モデル102を入力し、詳細形状モデル101との偏差が最小となるよう順次変形して近似した形状モデル103を生成する。



(2)

特開平5-81377

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】三次元物体の詳細形状モデルと、該三次元物体モデルのおおまかな形状を有する初期形状モデルを入力とし、前記詳細形状モデルとの差が最小となるように前記初期形状モデルを変形して、所望の形状モデルを生成することを特徴とする三次元形状モデル化方法。

【請求項2】前記初期形状モデルとして、パラメトリック曲面を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項3】前記初期形状モデルとして、多面体モデルを用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項4】前記初期形状モデルの変形方法として、前記初期形状モデルの各制御点を前記詳細形状モデル上の点に近付けることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項5】前記初期形状モデルの変形方法として、前記初期形状モデルの各頂点を前記詳細形状モデル上の点に近付けることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項6】前記初期形状モデルの変形方法として、前記初期形状モデルの各制御点Vからもっとも近い前記詳細形状モデルの表面上の上の点Wを求め、各制御点Vを点Wの方向に移動することを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項7】前記初期形状モデルの変形方法として、前記初期形状モデルの各頂点Vからもっとも近い前記詳細形状モデルの表面上の上の点Wを求め、各頂点Vを点Wの方向に移動することを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項8】前記初期形状モデルの変形方法として、初期形状モデルを弾性変形するモデルとし、前記初期形状モデルの各制御点Vからもっとも近い前記詳細形状モデルの表面上の上の点Wを求め、各制御点Vに点Wの方向に向かう力を与えて、弾性変形によって前記初期形状モデルを変形することを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の三次元形状モデル化方法。

【請求項9】前記初期形状モデルの変形方法として、初期形状モデルを弾性変形するモデルとし、前記初期形状モデルの各頂点Vからもっとも近い前記詳細形状モデルの表面上の上の点Wを求め、各頂点Vに点Wの方向に向かう力を与えて、弾性変形によって前記初期形状モデルを変形することを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の三次元形状モデル化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はコンピュータによって三次元モデルを表示するコンピュータグラフィックス技術に係わり、特に既知の初期形状モデルを3次元計測等で得られた詳細な形状モデルを近似するように変形せしめ

2

るようにした物体の形状モデリング処理に関する。

【0002】

【従来の技術】CG（コンピュータグラフィックス）の技術の進歩は目ざましく、レイトレーシング、ラジオリン法などを用いて写真と同等程度の画像の生成が可能となりつつある。しかし、三次元形状の入力に関しては有効な方法がなく、膨大な工数が必要とされているのが現状である。

【0003】現在三次元形状の入力方法としては（1）対話的な入力、（2）デジタイズの2つの方法がある。

【0004】対話による入力においては形状をユーザが逐一入力する必要がある。これは多面体モデルでは、各頂点の3次元座標の入力、パラメトリック曲面モデルでは制御点の3次元座標の入力を行なうことに相当し、例えば人体等の複雑な形状を入力することは事実上不可能である。

【0005】デジタイズの方法としては、レーザーを用いる非接触型の方法（光切断法）、モアレ法、格子投影法、電磁波を用いた接触型の方法等がある。このうち、光切断法は計測の速度、精度等の点で他の方法に比べて現状優れており、3次元計測手段として実用化されつつある。しかし、この方法では数万から数十万点の測定データが得られるため、CGで処理することは非常に困難であった。このため、上記の大量のデータを削減するために、3次元測定データから適当な代表点を選択し、これらを接続して形状モデルを得ていた。

【0006】以上の代表点の選択と接続処理は複雑であり、処理に長時間がかかるという問題点があった。この問題点を解消するために特開平1-311371号に記載されているように、あらかじめモデリング済みの初期モデルを3次元形状の測定データによって変形処理し、しかも3次元形状の測定と同時に処理する方法が提案されている。

【0007】しかし、この方法では初期モデルの変形方法として円柱座標系あるいは極座標系を仮定したものであり、分岐のあるモデルには適応することが不可能であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は初期モデルの変形方法として円柱座標系あるいは極座標系を仮定したものであり、分岐のあるモデルには適応することが不可能であった。本発明の目的は分岐を含む複雑な測定データあるいは詳細な形状モデルを近似する簡単な形状モデルを生成する方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、入力したい複雑な詳細形状モデルに対して、該詳細形状に類似している三次元の初期形状モデルから、前記初期モデル上の各頂点を移動して変形されたモデルと前記詳細形状モデルとの差が最小になるように変形することによって達成

(3)

特開平5-81377

される。

【0010】

【作用】三次元形状変形プログラムは、ユーザによって与えられた3次元詳細モデルと3次元の初期形状モデルを入力とし、前記初期形状モデルの各頂点が前記の詳細モデル上に存在するように初期形状モデルを変形する。このため、3次元詳細モデルと3次元の初期形状モデルを示すだけで所望の形状を入力することができる。

【0011】

【実施例】以下、本実施例を図2により説明する。図2は本実施例の構成図である。まず3次元デジタイザ等で物体の詳細な形状モデルすなわち詳細形状モデル101を作成する(111)。この処理は公知の三次元デジタイザ処理で実現できる。次に、ユーザは三次元形状初期モデル102を用意する(112)。三次元形状初期モデル102はモデル化したい物体をおおまかに近似するものである。これは、多面体あるいは自由曲面で与えることができる。以下、簡単のため初期モデル102は多面体で定義されているものとする。この初期モデルはユーザがあらかじめモデル化したものを用いる。このために、あらかじめ作成しておいた形状ライブラリーを用いることも可能であるし、対話的に形状を作成することも可能である。次に、ユーザは詳細モデル101の近傍に初期モデル102を配置する(113)。三次元形状変形プログラム114は初期形状モデル102を変形して、変形された形状モデルの頂点が詳細モデル101の面の近傍に存在するようにする。変形された初期形状モデルを変形モデルと呼ぶ。この変形モデルはメモリ103に格納される。変形モデル103は画像生成プログラム115によって表示される。

【0012】図8に多面体データのデータ構造を示す。多面体データは多角形テーブル351と頂点テーブル352から構成される。この例では簡単のためすべて多角形は四角形としている。多角形テーブル351には各多角形の頂点を指す頂点番号が格納されている。頂点テーブル352には頂点の三次元座標(X、Y、Z)が格納されている。この多角形データ構造は、詳細形状モデル101、初期形状モデル102、変形形状モデル103に共通のものである。なお、初期形状モデル102と変形形状モデル103は、頂点の座標のみが変更されているものであり、多角形テーブルは同じものを用いる。

【0013】図3に、本実施例のハードウェア構成を示す。電子制御装置220は全体の処理を制御するものである。電子制御装置220にはこれを対話的に制御するためにキーボード201が接続されている。ユーザはキーボード201を用いて電子制御装置220に指示を送る。三次元デジタイザ202は実在する物体を精密に測定するためのものである。三次元デジタイザ202を用いて物体を測定し詳細形状モデル101を作成し、電子制御装置220に転送する。電子制御装置220は入力ポ

ート206、CPU207、ROM208、RAM209、ディスクコントローラ211、CRTコントローラ212、ビデオRAM210から構成される。三次元デジタイザ202によって測定された物体の測定データは入力ポート206を経てRAM209に格納される。このデータはディスクコントローラ211を経てディスク装置204にも格納される。ディスク装置204には初期形状モデルとして使用可能なモデリング済みの形状モデルのライブラリーを有しており、ユーザは適宜、適当な初期形状モデルを取り出すことが可能である。後述する変形処理によって変形モデルが生成され、このCG画像がビデオRAM210に格納され、CRTコントローラ212を介してCRTディスプレイ205に画像として表示される。

【0014】入力とする詳細形状モデル101の例を図4に示す。ここでは人間の顔の形状をモデル化することを例として説明する。この詳細形状モデル101は公知の3次元デジタイザによって得られる。この詳細形状モデル101は通常数万点以上の頂点からなる多面体である。

【0015】三次元形状初期モデル102とは、モデル化したい形状の概略的な形状を与えるものである。初期形状モデル102は、多角形の集合で与える。これは、詳細なものである必要はない。円筒や球等を多面体近似したものでもよい。また例えば人間の顔のように固体差はあるが形状の概略が不変のものに関しては標準的な顔の形状を与えることも可能である。

【0016】初期形状モデル102の例を図5に示す。推定したい形状が顔であることがわかっているため、初期形状モデル102を球でモデル化している。すなわち球を近似する多面体モデルを生成する。

【0017】初期形状モデル102を修正して、与えられた詳細形状モデル101に適合するモデルを得るために、ユーザは三次元形状初期モデル102を移動して、詳細形状モデル101の近傍に移動する。この配置は厳密なものである必要はない。ユーザが3次元グラフィック・ディスプレイを用いて対話的に指定する。

【0018】次に変形プログラム114は、初期モデル102の各頂点を移動して、変形モデル104を生成する。この変形は変形モデル114が詳細モデル101をよりよく近似するように行なう。すなわち変形モデルの各頂点と詳細モデルの面との距離が最小となるように変形する。この変形方法は本発明を特徴付ける部分であり後に詳しく説明する。得られた変形モデル104は詳細モデルをよく近似したものであり、なおかつデータ量は初期モデルと同一である。このため、データ量の多い詳細モデルをデータ量の少ない変形モデルで近似することが可能となる。次に変形プログラム103の動作の詳細について図6を用いて説明する。

【0019】変形プログラム103は三次元形状初期モ

(4)

特開平5-81377

5

デル102のすべての頂点Vを三次元空間上で移動し、変形モデル104を生成する。このとき、変形モデル104と詳細形状101との誤差Eを最小にする。

【0020】三次元形状初期モデル102上の各頂点Vの移動方法を説明する。まず、各頂点Vに関して詳細モデル101の表面上の点で最も点Vに近い点Wを求める。これは、詳細モデル101が多角形の集合で定義されているため、詳細モデル101を構成する各多角形と点Vとの距離計算によって実現できる。初期モデル102上の点VをベクトルVWの方向に移動する。この移動をベクトルVWとすれば、変形モデル上の頂点は詳細モデルの面上に移動する。しかし、一度に頂点Vを詳細モデルの面上に移動すると、面の大きさや位相等が崩れる場合がある。このため、頂点Vの移動量はベクトルVWにある一定の係数kを掛けたものを用いる。すなわち、頂点Vの移動後の位置をV'とすると、

$$V' = V + k \cdot WV \quad (1)$$

となる。以上の処理を初期モデル102上の各頂点Vに対して行なうと、生成された変形モデル103は詳細モデル101を近似したものとなる。一回の変形で十分な近似が行えない場合には、変形されたモデルを再度変形することによってよりよい近似が得られる。このため、変形されたモデル103と詳細モデル101との誤差Eを定義しておき、この誤差が一定の値E0よりも大きい場合には変形を繰り返すようにする。誤差Eの例としては各頂点と詳細形状モデルの表面との差の平均を用いることができる。変形されたモデルの例を図7に示す。

【0021】なお、変形されたモデルの頂点のばらつきや位相等が崩れる場合があるため、これを抑制するために弾性体モデルによる弛緩処理を加えることも可能である。すなわち、初期モデル102を弾性体モデルとし、各頂点間にスプリングモデルを与える。このモデルの各頂点に式(1)で与えられた方向に外力が与えられたとして、形状を変形する。このとき、初期モデルは弾性体モデルであるため、近傍の頂点群はその位相的な関係及び幾何学的な距離の関係を保存するように変形される。このように弾性体モデルを導入することで、生成されるモデルはよりよいものとなる。

【0022】以上の処理のPAD図を図1に示す。

【0023】まず、詳細形状データ101を三次元デジタイザを用いて入力する(251)。つぎに、詳細形状データ101を近似するための原形となる初期形状モデル102を指定する(252)。これは、あらかじめモデル化した図形データベースに登録してある形状ライブラリーから選択することも可能であるし、簡単な図形であれば対話的に指定することも可能である。さらにこの初期形状モデルの三次元空間上の位置、回転角度、スケール等を対話的に設定する(253)。次に近似の精度を示す誤差Eを無限大に設定する(254)。ユーザは

6

近似の精度の上限値E0を与える。初期形状モデル102を変形モデル105にコピーする(255)。誤差EがE0よりも大きい間、(257)以降の変形処理を繰り返す(256)。変形形状モデル102上のすべての頂点Vに対して、(258)以降の変形処理を繰り返す(256)、詳細形状モデル101の表面上で最も近い点Wを求める(258)。頂点Vを点Wの方向に移動するような外力Fを求める(259)。外力Fによって変形モデル103を変形する(260)。変形されたモデル105と詳細形状との誤差Eを求める(261)。もし、誤差EがE0よりも小さかったら、変形は終了する。

【0024】以上のようにして変形モデル103の各頂点の変形量が求められる。上記の処理を初期形状上のすべての点について行うことにより、与えられた詳細モデルを近似するような三次元形状モデル103を構成できる。

【0025】以上の変形方法においては、詳細モデルおよび初期モデルの形状になんら制約はない。すなわち、従来の方法でモデル化が困難であった分岐を有する複雑な物体についても変形が可能であり、モデル化できる。

【0026】以上のように本発明によれば、詳細形状モデルと初期形状モデルの指定から、三次元の形状を再構成することが可能であり、効率よく形状のモデル化が可能である。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、ユーザは三次元デジタイザ等で得られる詳細な三次元形状モデルに対して、簡単な初期形状モデルを与えるだけで、詳細な三次元形状を近似するモデルを作成することが可能であり、複雑でデータ量の多い測定データをデータ量の少ないモデルで近似することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の処理内容を示すPAD図である。

【図2】本発明の一実施例の処理内容を示す構成図である。

【図3】本発明の一実施例のハードウェア構成図である。

【図4】三次元詳細形状モデルを示す説明図である。

【図5】三次元形状初期モデルを示す説明図である。

【図6】変形方法を示す説明図である。

【図7】変形された変形形状モデルを示す説明図である。

【図8】多角形データを説明する説明図である。

【符号の説明】

101…三次元詳細形状モデル、102…三次元初期形状モデル、103…三次元変形形状モデル、114…変形プログラム。

(5)

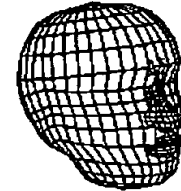
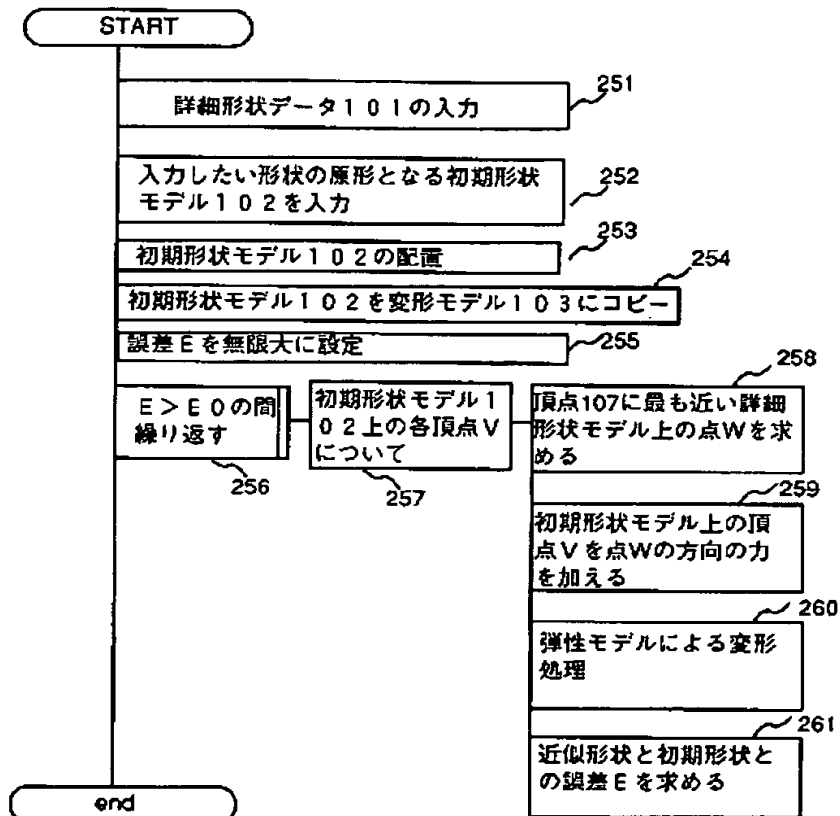
特開平5-81377

【図1】

【図4】

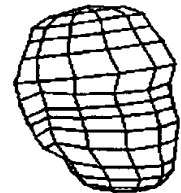
(図1)

(図4)



【図7】

(図7)



(6)

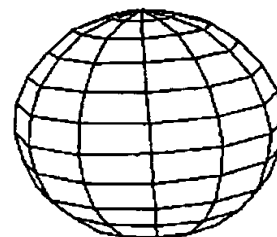
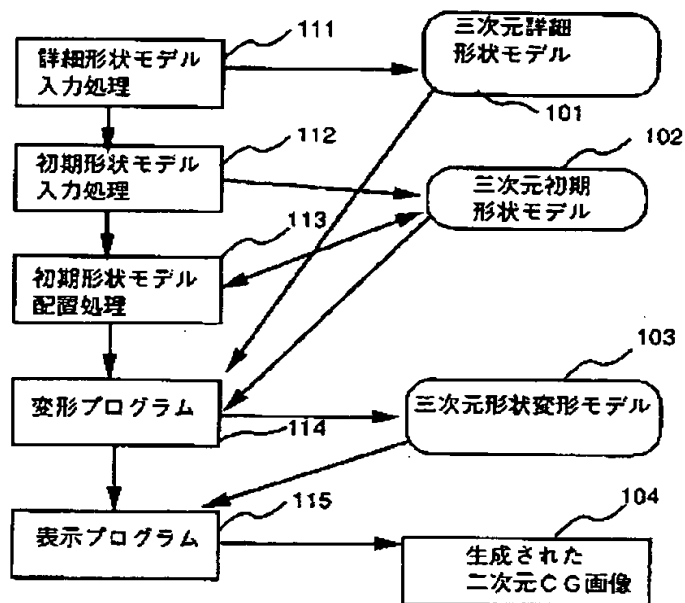
特開平5-81377

【図2】

【図5】

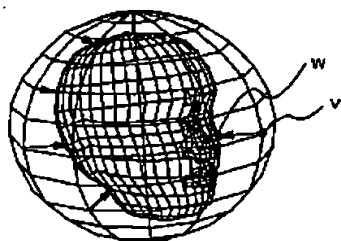
(図2)

(図5)



【図6】

(図6)

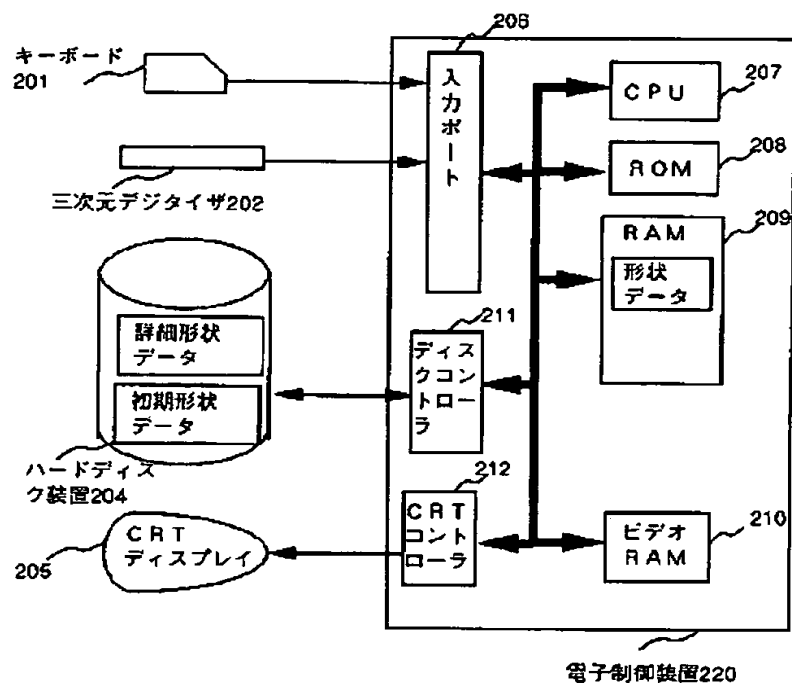


(7)

特開平5-81377

【図3】

(図3)



(8)

特開平5-81377

【図8】

(図8)

